

マルコフ連鎖モデルに基づく外装材の劣化シミュレーション

—その1. 調査概要と結果—

マルコフ連鎖 外装仕上げ材料 耐用年数予測
リファレンスサービスライフ

正会員 ○井上 照郷*¹ 同 今本 啓一*²
同 本橋 健司*³ 同 兼松 学*⁴
同 楡木 堯*⁵ 同 林 瑞紀*⁶

1. 研究目的

建築物の適切な点検・改修や長寿命化に関する保全技術は、ライフサイクルコスト低減のための有効な方法として位置づけられる。将来の維持・管理の策定に資するツールを開発するため、外装仕上げ材料の耐用年数を予測する手法を構築する。しかしながら、外装仕上げ材の劣化には施工、環境、材料特性、その他複合的な因子が含まれており、要因ごとの劣化メカニズムを積み上げ、全体を予測することは容易でない。

そこで本研究では、実構造物調査を通して外装仕上げ材の劣化状況を把握し劣化要因の定量化を行い、確率論モデルを用いた劣化シミュレーションによる建築材料の耐用年数予測手法の確立を試みる。

2. 実構造物調査

東京都内の築7年から18年のRC集合住宅9棟の、劣化実態調査を実施した。調査対象を表1に示す。

表1 調査対象

調査対象団地	築年数	外装仕上げ材料
A久米川	11号棟 11年	吹付タイル
	10号棟 14年	
	8号棟 18年	
B府中	7号棟 13年	複層仕上塗材(E厚型凸部処理)
	11号棟 16年	
	5号棟 18年	
C小金井	10号棟 7年	吹付タイルE厚型
	6号棟 9年	
	4号棟 11年	

また、調査概要を表2に示す。

表2 調査概要

調査項目	光沢度	変退色	白亜化	ひび割れ	透気性能
調査点数	各30点	各30点	各30点	各6点	各6点
	各方位の1階と上層階(北面のみ)の『雨掛かり有』、必要に応じて『雨掛かり無』を測定				
調査時期	2011年9月～12月の晴天日が続いた後の晴天日				

3. 調査方法

3.1 光沢度

測定は、JIS K 5600-47, JIS Z 8741 に従った。凹凸を有する塗膜材の凸の部分、ハンディ光沢計グロスチェッカ IG-320 を用いて測定し、光沢度を表示した。また、イニシャル値と比較して光沢保持率を算出した。

$$\text{光沢保持率} = \frac{\text{測定点の光沢度} \times 100}{\text{最も劣化していない測定点の光沢度}}$$

イニシャル値は、竣工当時のデータがないため、その築年数の最も劣化していない測定点をイニシャルと定義した。

3.2 変退色

測定は、JIS Z 8722 に従った。塗膜材の色相、明度、彩度の変化を、色彩色差計 CR-410 を用いて $L^*a^*b^*$ 表色系で測定し、 ΔE^*ab で色差を表示し評価した。

$$\Delta E^*ab = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

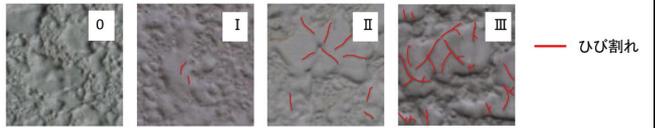
$$\Delta L, a, b = \text{測定点の値} - \text{イニシャルの値}$$

3.3 ひび割れ

目視で簡便に評価できる劣化現象であるため、写真を撮影し、50×50mmに16分割した画像を表2の基準に基づいて、劣化度0～Ⅲに分類評価した。

表2 ひび割れ劣化度規準

0: ひび割れが目視できない	I: 1, 2本のひび割れが存在
II: 単線のひび割れが分布	III: 網目状のひび割れが分布



3.4 白亜化(chalking)

測定は、JIS K 5600-8-6 に従った。透明のビニールテープ(50×100mm)で塗膜表面の粉末採取し黒い紙に貼りつけサンプルを作成し、白亜化等級標準画像に基づき白い部分を目視により評価した。

さらに、サンプルの紙をスキャンして画像処理ソフトによって得た明度 L^* 値と、目視でのグレード分類との関係性から白亜化現象の機械的評価を試みた。

3.5 透気性能

ダブルチャンバー法トレント透気試験機を用いて圧力の時間変化から透気係数を測定し、評価した。図1に示すように、内部チャンバーと外部チャンバーの二つの構造を有する装置から構成され、透気性は内部チャンバーの圧力変化によって評価される。

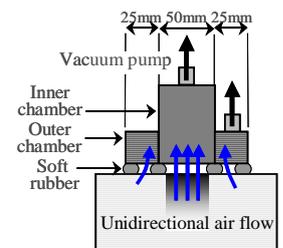


図1 チャンバー断面

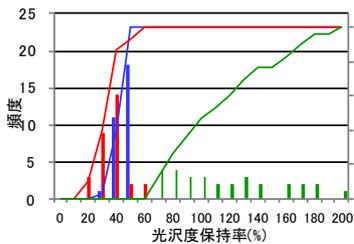


図2 A 団地北面_雨掛かり有_光沢保持率

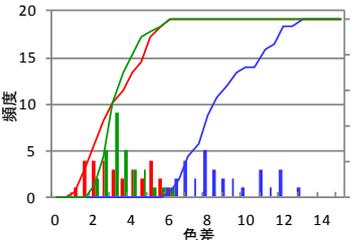


図4 A 団地北面_雨掛かり有_変退色

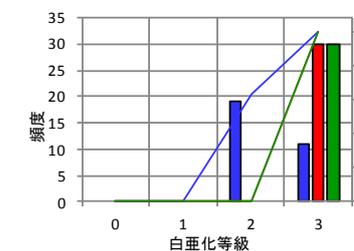


図6 A 団地北_雨掛かり有_白亜化

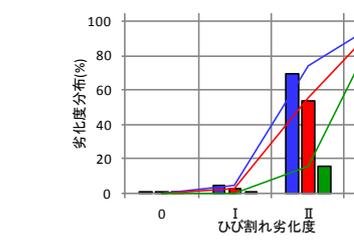


図8 A 団地北_雨掛かり有_ひび割れ

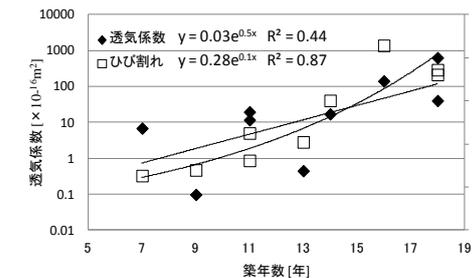


図10 全団地 透気性能

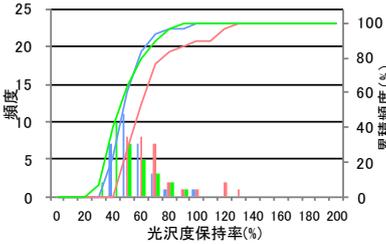


図3 A 団地北面_雨掛かり無_光沢保持率

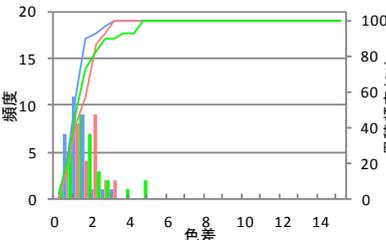


図5 A 団地北面_雨掛かり無_変退色

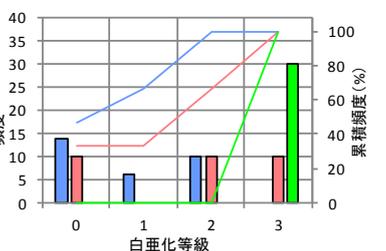


図7 A 団地北_雨掛かり無_白亜化

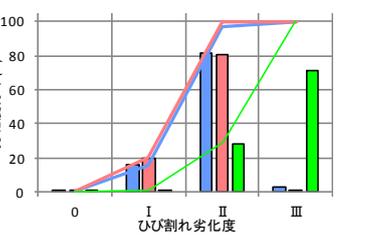


図9 A 団地北_雨掛かり無_ひび割れ



4. 調査結果

光沢度、変退色、白亜化、ひび割れについて、A 団地の北面雨掛かり有・無の調査結果を示す。透気性能について、全団地の調査結果を示す。

図 2, 3 より、雨掛かり有の部位における光沢保持率は、雨掛かりの無の箇所と比べ、低下している結果がみられたが、最も築年数の長い 18 年において最も劣化していない結果となり、築年数による経年の傾向は得られない。

図 4, 5 より、雨掛かり有の部位における変退色も同様に、雨掛かり無より進行している結果が得られたが、最も築年数の短い 11 年において最も劣化しているという結果になり、経年別の傾向は得られなかった。

図 6, 7 より、雨掛かり有の部位における白亜化は、雨掛かり無より進行している結果が得られ、また経年別の傾向も得られた。

白亜化は比較的早い時期に発生し劣化が収束する可能性があると思われる。今回の調査対象で白亜化は築年数 12 年程度で最も L*値が大きくなったのではないかと考えられる。

図 8, 9 より雨掛かり有の部位におけるひび割れも同様に、雨掛かり無より進行している結果が得られ、さらに経年別の傾向も得られた。

図 10 に、築年数と透気係数・ひび割れとの関係を示した。データは団地ごと全ての測定箇所の平均とした。図より、築年数が長くなると、透気係数・ひび割れ劣化度ともに大きくなる事が分かる。

5. まとめ

実構造物を対象とした外装仕上げ材料の劣化調査を行った。その結果以下の知見が得られた。

- 1) 光沢度・変退色(色差)は、雨掛かりによる差が見られ雨掛かり部において劣化が進行していることが確認された。
- 2) 白亜化についても雨掛かり部において進行していることが確認された。経年による光沢度。変退色の劣化傾向がみられない原因として、白亜化が早期に進行した結果として、色差が向上することに寄与し両者の傾向を相殺したことが考えられる。
- 3) ひび割れについては、経年による劣化傾向が明確にみられた。

参考文献：山田人司他：「外装用塗料・仕上塗材の標準耐用年数に関する調査研究-その 7 白亜化と光沢保持率の関係-」, 2007.8

*1 日本建築仕上材工業会 *2 東京理科大学工学部建築学科 准教授 *3 芝浦工業大学工学部建築工学科 教授 *4 東京理科大学工学部建築学科 准教授 *5(財)ベターリビング *6 東京理科大学大学院理工学研究科建築学専攻

*1 Japan Building Coating Materials Association *2 Assoc. Prof., Dept. of Arch., Fac. Of Tech., Tokyo University of Science, Dr. Eng. *3 Dept. of Arch. and Building Engineering, the College of Eng., Shibaura Inst. of Tech, Dr. Eng. and Dr. Agr. *4 Assoc. Prof., Dept. of Arch., Fac. of Sci. and Tech., Tokyo University of Science, Dr. Eng. *5 The Center for Better Living *6 Dept. of Arch., Graduate School of Sci. and Tech., Tokyo University of Science